

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-318811

(43)Date of publication of application : 07.11.2003

(51)Int.Cl.

H04B 7/26
G01R 29/08

(21)Application number : 2002-125956

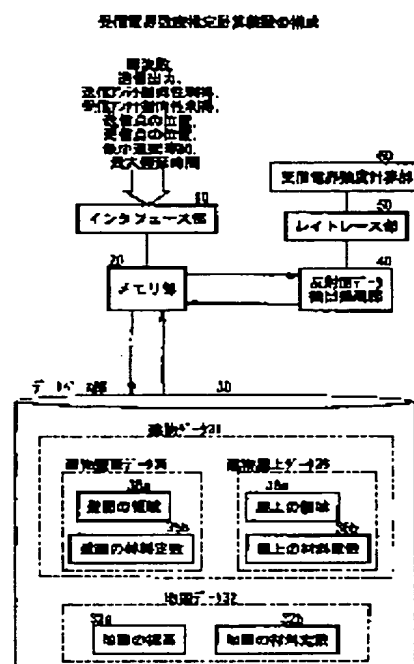
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 26.04.2002

(72)Inventor : AKIMOTO MAMORU
WATANABE KAZUJI**(54) DEVICE, METHOD, PROGRAM FOR ESTIMATING AND CALCULATING RECEPTION ELECTRIC FIELD INTENSITY AND RECORDING MEDIUM****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device for estimating and calculating reception electric field intensity by which time required for calculation is shortened when the reception electric field intensity is estimated by using ray tracing technology.

SOLUTION: The device for estimating and calculating reception electric field intensity is provided with a data base 30 holding information about a building and the ground, a means 10 for inputting the maximum delay time and the minimum delay time, a means 40 for specifying a first spheroid using a transmission point and a reception point as two focal points and using distance equivalent to the maximum delay time as a radius vector and a second spheroid using the transmission point and the reception point as two focal points and using distance equivalent to the minimum delay time as a radius vector, a means 50 for extracting only information placed in an area between the first and second spheroids as use data from the data base 30 and a means 20 for identifying presence/absence of reflection points on the respective routes by restrictively referring to only the extracted use data in the case of ray tracing.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-318811
(P2003-318811A)

(43) 公開日 平成15年11月7日 (2003.11.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 B 7/26		G 0 1 R 29/08	Z 5 K 0 6 7
G 0 1 R 29/08		H 0 4 B 7/26	K

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-125956 (P2002-125956)

(22) 出願日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 秋元 守

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 渡辺 和二

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

Fターム(参考) 5K067 AA42 BB04 DD44 KK02 KK13
KK15 LL11

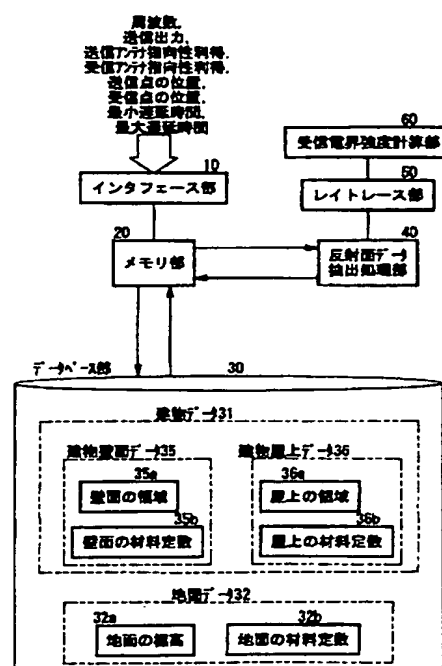
(54) 【発明の名称】 受信電界強度推定計算装置及び方法並びにプログラム及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明はレイトレーシングの技術を用いて受信電界強度を推定する場合の計算所要時間を短縮することが可能な受信電界強度推定計算装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 建物及び地面の情報を保持するデータベース30と最大遅延時間、最小遅延時間を入力する手段10と送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する距離を動径とする第1の回転楕円体と送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する距離を動径とする第2の回転楕円体とを特定する手段40とデータベース30から前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する手段40と、レイトレーシングの際に各経路上における反射点の有無を抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別する手段50とを設けた。

受信電界強度推定計算装置の構成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出する受信電界強度推定計算装置において、

予め用意された電波の伝搬に影響を及ぼす建物及び地面の情報を保持するデータベースと、

電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ入力するパラメータ入力手段と、

前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定する領域特定手段と、

前記データベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する利用データ抽出手段と、

前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別するレイトレース手段とを設けたことを特徴とする受信電界強度推定計算装置。

【請求項2】 請求項1の受信電界強度推定計算装置において、

前記データベースに保持する情報として、建物壁面の領域及び壁面の材料定数の情報を含む建物壁面データと、建物屋上の領域及び屋上の材料定数の情報を含む建物屋上データと、地面の標高及び地面の材料定数の情報を含む地面データと

を設け、

前記レイトレース手段は、建物壁面、建物屋上面及び地面のそれぞれにおける反射点を決定することを特徴とする受信電界強度推定計算装置。

【請求項3】 請求項1の受信電界強度推定計算装置において、

周波数、送信出力、送信アンテナ指向性利得、受信アンテナ指向性利得、送信点の位置及び受信点の位置の情報を更なるパラメータとして前記パラメータ入力手段から入力するとともに、

複数の経路を通る各々の電波について、前記レイトレース手段が決定した反射点と送信点との距離に基づいて計算される第1の空間伝搬損失、前記反射点と受信点との距離に基づいて計算される第2の空間伝搬損失、前記反射点における反射損失、前記送信出力、送信アンテナ指向性利得及び受信アンテナ指向性利得を用いて受信電界強度を計算し、各経路の電波に関する受信電界強度を加算する電界強度計算手段を更に設けたことを特徴とする

受信電界強度推定計算装置。

【請求項4】 1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出する受信電界強度推定計算方法において、

電波の伝搬に影響を及ぼす建物及び地面の情報をデータベースとして予め用意しておき、

電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ定め、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定し、

前記データベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出し、

前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別することを特徴とする受信電界強度推定計算方法。

【請求項5】 請求項4の受信電界強度推定計算方法において、

前記データベースに保持する情報として、建物壁面の領域及び壁面の材料定数の情報を含む建物壁面データと、建物屋上の領域及び屋上の材料定数の情報を含む建物屋上データと、地面の標高及び地面の材料定数の情報を含む地面データとを用意しておき、

前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上に存在する建物壁面、建物屋上面及び地面のそれぞれにおける反射点を決定することを特徴とする受信電界強度推定計算方法。

【請求項6】 請求項4の受信電界強度推定計算方法において、

周波数、送信出力、送信アンテナ指向性利得、受信アンテナ指向性利得、送信点の位置及び受信点の位置の情報を更なるパラメータとして入力し、

複数の経路を通る各々の電波について、経路上で決定した反射点と送信点との距離に基づいて計算される第1の空間伝搬損失、前記反射点と受信点との距離に基づいて計算される第2の空間伝搬損失、前記反射点における反射損失、前記送信出力、送信アンテナ指向性利得及び受信アンテナ指向性利得を用いて受信電界強度を計算し、各経路の電波に関する受信電界強度を加算して最終的な電界強度を求めることを特徴とする受信電界強度推定計算方法。

【請求項7】 1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する

前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出するためのコンピュータで実行可能なプログラムであって、

電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ入力する手順と、

前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定する手順と、

予め用意されたデータベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する手順と、

前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別する手順とを設けたことを特徴とするプログラム。

【請求項8】 1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出するためのコンピュータで実行可能なプログラムを記録した記録媒体であって、前記プログラムに、

電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ入力する手順と、

前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定する手順と、

予め用意されたデータベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する手順と、

前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別する手順とを設けたことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レイトレーシング技術を用いて受信点の受信電界強度を算出する受信電界強度推定計算装置及び受信電界強度推定計算方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、市街地において携帯電話などで通信する場合の電波の伝搬環境では、図7に示すように

送信点と受信点との間及びその周辺地域に建物など様々な障害物が存在する場合が多い。このような環境では、送信点から放射された電波の少なくとも一部分は建物の壁面などで反射され、様々な経路を通して受信点に到達する。従って、受信点では様々な経路を通して伝搬した電波が加算されて受信される。

【0003】このような環境について受信点の受信電界強度を推定する場合には、従来よりレイトレーシングの技術が用いられている。レイトレーシングの技術を用いて受信電界強度を推定する場合には、送信点から放射された電波の素波である光線（レイ）が、建物の壁、屋上面、地面などで反射などを繰り返して受信点に到達する様子を各レイの軌跡として追跡（トレース）し、受信点に到達した全てのレイの電力を加算する。これにより、受信点の電界強度を算出したり、受信波の時系列データ（遅延プロファイル）を求めることができる。

【0004】また、送信点から受信点までのレイの軌跡を求める手法として、イメージ法と呼ばれる技術が知られている。イメージ法を用いる場合には、送信点と受信点Rとの間の反射点を幾何学的に求める。つまり、図8に示すように、反射面を含む平面を鏡面とした受信点Rのイメージ（虚像）と送信点とを結んだ線分が反射面と交差する場合、もしくはその逆に反射面を含む平面を鏡面とした送信点Tのイメージと受信点とを結んだ線分が反射面と交差する場合に、その交差点が反射面上における反射点であると判定でき、この反射点と送信点T及び受信点Rをそれぞれ結ぶことにより、レイが特定される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなイメージ法を用いて送信点から受信点までのレイの軌跡を求める場合には、従来の方法では、全ての鏡面の組み合わせに対して反射点の有無を判定計算しなければならない。従って、例えば図6に示すように反射面の数が多い場合には、必要とされる計算量が幾何級数的に増大し、膨大な計算時間がかかってしまう。

【0006】そこで本発明は、レイトレーシングの技術を用いて受信電界強度を推定する場合の計算所要時間を短縮することが可能な受信電界強度推定計算装置及び受信電界強度推定計算方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1は、1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出する受信電界強度推定計算装置において、予め用意された電波の伝搬に影響を及ぼす建物及び地面の情報を保持するデータベースと、電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最

小遅延時間とをそれぞれ入力するパラメータ入力手段と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定する領域特定手段と、前記データベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する利用データ抽出手段と、前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別するレイトレース手段とを設けたことを特徴とする。

【0008】電波が送信点から放射され複数の経路をそれぞれ通って受信点に到達するまでの所要時間、すなわち伝搬遅延時間は経路毎に異なり、各経路の距離に比例する。送信点と受信点とが見通し範囲内にある場合には、送信点と受信点とを直線で結んだ経路を通る直接波の伝搬遅延時間が最も小さくなる。また、反射などによって様々な経路を通った電波が直接波に加算され受信される。

【0009】ところで、直接波などの受信される電波の主体と比べて遅延した反射波などの電波は無線システムの伝送品質に大きな影響を及ぼすが、相対的な遅延時間が小さい場合には伝送品質の劣化は小さい。また、逆に相対的な遅延時間がある程度大きい電波についても、伝搬する経路の距離が大きいため伝搬損失が大きくなり、伝送品質に与える影響は小さくなる。

【0010】従って、伝送品質を調べるために受信電界強度を推定しようとする場合には、伝搬遅延時間が最小遅延時間よりも小さい電波の影響や、伝搬遅延時間が最大遅延時間よりも大きい電波の影響を無視しても大きな誤差は生じない。請求項1においては、膨大なデータの中から、前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第1の回転楕円体と前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第2の回転楕円体との間の領域に存在する利用データのみを抽出して反射点の計算に利用するので、処理すべきデータ量が大幅に削減される。すなわち、短時間で処理を完了することができる。

【0011】請求項2は、請求項1の受信電界強度推定計算装置において、前記データベースに保持する情報として、建物壁面の領域及び壁面の材料定数の情報を含む建物壁面データと、建物屋上の領域及び屋上の材料定数の情報を含む建物屋上データと、地面の標高及び地面の材料定数の情報を含む地面データとを設け、前記レイトレース手段は、建物壁面、建物屋上面及び地面のそれぞれにおける反射点を決定することを特徴とする。

【0012】請求項2においては、建物壁面、建物屋上面及び地面のそれぞれにおける反射点を算出できるの

で、より現実の電波伝搬環境に近い受信電界強度を求めることができる。

【0013】請求項3は、請求項1の受信電界強度推定計算装置において、周波数、送信出力、送信アンテナ指向性利得、受信アンテナ指向性利得、送信点の位置及び受信点の位置の情報を更なるパラメータとして前記パラメータ入力手段から入力するとともに、複数の経路を通る各々の電波について、前記レイトレース手段が決定した反射点と送信点との距離に基づいて計算される第1の空間伝搬損失、前記反射点と受信点との距離に基づいて計算される第2の空間伝搬損失、前記反射点における反射損失、前記送信出力、送信アンテナ指向性利得及び受信アンテナ指向性利得を用いて受信電界強度を計算し、各経路の電波に関する受信電界強度を加算する電界強度計算手段を更に設けたことを特徴とする。

【0014】請求項3においては、入力されたパラメータの条件に従って経路毎に各電波の受信電界強度を算出し、全体の電波に対する受信電界強度を算出できる。請求項4は、1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出する受信電界強度推定計算方法において、電波の伝搬に影響を及ぼす建物及び地面の情報をデータベースとして予め用意しておき、電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ定め、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定し、前記データベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出し、前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別することを特徴とする。

【0015】請求項4においては、請求項1と同様に、膨大なデータの中から、前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第1の回転楕円体と前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第2の回転楕円体との間の領域に存在する利用データのみを抽出して反射点の計算に利用するので、処理すべきデータ量が大幅に削減される。すなわち、短時間で処理を完了することができる。

【0016】請求項5は、請求項4の受信電界強度推定計算方法において、前記データベースに保持する情報として、建物壁面の領域及び壁面の材料定数の情報を含む建物壁面データと、建物屋上の領域及び屋上の材料定数

の情報を含む建物屋上データと、地面の標高及び地面の材料定数の情報を含む地面データとを用意しておき、前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上に存在する建物壁面、建物屋上面及び地面のそれぞれにおける反射点を決定することを特徴とする。

【0017】請求項5においては、建物壁面、建物屋上面及び地面のそれぞれにおける反射点を算出できるので、より現実の電波伝搬環境に近い受信電界強度を求めることができる。請求項6は、請求項4受信電界強度推定計算方法において、周波数、送信出力、送信アンテナ指向性利得、受信アンテナ指向性利得、送信点の位置及び受信点の位置の情報を更なるパラメータとして入力し、複数の経路を通る各々の電波について、経路上で決定した反射点と送信点との距離に基づいて計算される第1の空間伝搬損失、前記反射点と受信点との距離に基づいて計算される第2の空間伝搬損失、前記反射点における反射損失、前記送信出力、送信アンテナ指向性利得及び受信アンテナ指向性利得を用いて受信電界強度を計算し、各経路の電波に関する受信電界強度を加算して最終的な電界強度を求めることを特徴とする。

【0018】請求項6においては、入力されたパラメータの条件に従って経路毎に各電波の受信電界強度を算出し、全体の電波に対する受信電界強度を算出できる。請求項7は、1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出するためのコンピュータで実行可能なプログラムであって、電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ入力する手順と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定する手順と、予め用意されたデータベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する手順と、前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別する手順とを設けたことを特徴とする。

【0019】請求項7のプログラムを所定のコンピュータで実行することにより、請求項1と同様に、膨大なデータの中から、前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第1の回転楕円体と前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第2の回転楕円体との間の領域に存在する利用データのみを抽出して反射点の計算に利用するので、処理すべきデータ量が大幅

に削減される。すなわち、短時間で処理を完了することができる。

【0020】請求項8は、1つの送信点から放射される電波の軌跡を追跡し、複数の経路を通して1つの受信点に到達する前記電波の電界強度を複数の経路について加算し、前記受信点における受信電界強度を算出するためのコンピュータで実行可能なプログラムを記録した記録媒体であって、前記プログラムに、電波が前記送信点から放射され各経路を通して前記受信点に到達するまでの伝搬遅延時間の最大値を表す最大遅延時間と最小値を表す最小遅延時間とをそれぞれ入力する手順と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第1の回転楕円体と、前記送信点及び受信点を2つの焦点とし前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離を動径とする第2の回転楕円体とをそれぞれ特定する手順と、予め用意されたデータベースから、前記第1の回転楕円体と第2の回転楕円体との間の領域に位置する情報のみを利用データとして抽出する手順と、前記送信点から前記受信点まで伝搬する電波の軌跡を追跡する際に、各経路上における反射点の有無を、抽出された前記利用データのみを限定的に参照して識別する手順とを設けたことを特徴とする。

【0021】請求項8の記録媒体に記録されたプログラムを所定のコンピュータで読み出して実行することにより、請求項1と同様に、膨大なデータの中から、前記最大遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第1の回転楕円体と前記最小遅延時間に相当する電波伝搬距離から求められる第2の回転楕円体との間の領域に存在する利用データのみを抽出して反射点の計算に利用するので、処理すべきデータ量が大幅に削減される。すなわち、短時間で処理を完了することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の受信電界強度推定計算装置及び方法並びにプログラム及び記録媒体の1つの実施の形態について、図1～図6を参照して説明する。この形態は全ての請求項に対応する。図1は受信電界強度推定計算装置の構成を示すブロック図である。図2は受信電界強度推定計算の処理手順を示すフローチャートである。図3はデータ抽出に関する領域の具体例を示す平面図である。図4は電波伝搬状況の具体例を示す斜視図である。図5は受信電界強度に影響を及ぼす要素を表す平面図である。図6は反射面と受信点の各虚像との位置関係の具体例を表す平面図である。

【0023】この形態では、請求項1のデータベース、パラメータ入力手段、領域特定手段、利用データ抽出手段及びレイトレース手段は、それぞれデータベース部30、インタフェース部10、反射面データ抽出処理部40、反射面データ抽出処理部40及びレイトレース部50に対応する。また、請求項3の電界強度計算手段は受信電界強度計算部60に対応する。

【0024】図1に示す受信電界強度推定計算装置は、インタフェース部10、メモリ部20、データベース部30、反射面データ抽出処理部40、レイトレース部50及び受信電界強度計算部60を備えている。なお、この受信電界強度推定計算装置の各構成要素については、専用のハードウェアで構成することもできるし、所定のプログラムを実行するコンピュータで実現することもできる。

【0025】データベース部30に蓄積されている情報は、建物データ31と地面データ32とで構成されている。すなわち、電波伝搬に影響を及ぼす可能性のある建物や地面の情報がデータベース部30に予め保持されている。また、建物データ31は建物壁面データ35及び建物屋上データ36で構成されている。

【0026】建物データ31は、建物の各壁面における高さ、幅、形及び位置を含む壁面の領域情報35aと壁面の材料定数（反射率など）35bとで構成されている。建物屋上データ36は、建物の屋上面における高さ、形及び位置を含む屋上の領域情報36aと屋上面の材料定数（反射率など）36bとで構成されている。地面データ32は、地面の標高を表す情報32aと地面の材料定数（反射率など）32bとで構成されている。

【0027】この例では、受信電界強度の計算に必要な各パラメータをインタフェース部10から入力してこの受信電界強度推定計算装置に与えてから計算を実行する。入力するパラメータとしては、図1に示すように周波数、送信出力、送信アンテナ指向性利得、受信アンテナ指向性利得、送信点の位置、受信点の位置、最小遅延時間及び最大遅延時間がある。

【0028】最小遅延時間及び最大遅延時間は、送信点から放射され様々な経路を通して受信点に到達する電波の送信点から受信点までの伝搬遅延時間の最小値及び最大値を表すパラメータである。

【0029】これらのパラメータは、伝送品質に影響を及ぼす反射波を限定するために用いられる。すなわち、伝搬遅延時間が直接波の伝搬遅延時間に近い反射波については伝送品質に与える影響が小さいので無視することができる。また、伝搬遅延時間が大きい反射波は伝送品質に大きな影響を及ぼす可能性があるが、伝搬遅延時間がある程度大きくなると伝搬損失が大きいため伝送品質に与える影響が小さくなる。

【0030】従って、最小遅延時間よりも伝搬遅延時間が小さくなる範囲及び最大遅延時間よりも伝搬遅延時間が大きい反射波については無視することができる。なお、最小遅延時間は送信点と受信点との直線距離に相当する伝搬遅延時間よりも大きな値に決定される。また、電波の伝搬遅延時間は、(伝搬距離/光速)として算出できる。

【0031】図1のメモリ部20は、インタフェース部10、データベース部30、反射面データ抽出処理部40

0の間で入出力されるデータを一時的に記憶するために利用される。反射面データ抽出処理部40は、インタフェース部10から入力されたパラメータに基づいて、データベース部30から受信電界強度の計算に必要な反射が存在する一部の建物データ31を抽出する。

【0032】レイトレース部50は、レイトレーシングの技術を適用し、反射面データ抽出処理部40によって抽出された特定の建物データ31及び地面データ32を用いて建物壁面、建物屋上及び地面における反射点の有無や反射位置の計算を行う。この計算の過程で、反射点と送信点とを結ぶ経路もしくは反射点と受信点とを結ぶ経路のうち一方でも建物壁面によって遮られる場合には、たとえ反射点が建物壁面や建物屋上に存在する場合でもこの反射点の情報は受信電界強度の計算からは除外される。

【0033】受信電界強度計算部60は、レイトレース部50が求めた電波の各レイに対する受信電界強度を求める。この計算においては、インタフェース部10から入力された各パラメータを用いて図5に示すような空間伝搬損失量及び反射減衰量を求め、それらと送信点から反射点方向の指向性減衰量、受信点から反射点方向の指向性減衰量及び送信電力を用いて受信電界強度を計算する。

【0034】空間伝搬損失量は、送信点から反射点までの距離及び反射点から受信点までの距離と周波数とに基づいて求めることができる。反射減衰量は、建物もしくは地面の材料定数とレイの入射角と周波数とから求めることができる。なお、各レイは各々の経路差に起因して受信点までの到達時間が異なる。次に、反射面データ抽出処理部40の具体的な動作について説明する。反射面データ抽出処理部40は、データベース部30に蓄積されている建物壁面データ35、建物屋上データ36、地面データ32のそれぞれについて、計算処理に必要な特定領域のみのデータを抽出する。

【0035】ここでは、送信点から放射された電波が1つの反射点で反射して受信点に到達する経路を通る場合のみを想定している。従って、送信点から受信点までの経路の長さは、((送信点から反射点までの距離)+(反射点から受信点までの距離))で表される。また、各電波の送信点から受信点までの伝搬遅延時間の長さは(各経路の距離/光速)で表される(光速: 約 $3 \times 10^8 \text{m/s}$)。

【0036】また、前述のように伝搬遅延時間が最小遅延時間よりも小さい反射波及び最大遅延時間よりも大きい反射波については無視することができる。そこで、反射面データ抽出処理部40は伝搬遅延時間が最小遅延時間と最大遅延時間との範囲内にある反射波に影響を及ぼすデータのみをデータベース部30から抽出する。

【0037】ここで、最大遅延時間に相当する経路の距離は(光速/最大遅延時間)として算出でき、最小遅延

時間に相当する経路の距離は（光速／最小遅延時間）として算出できる。従って、送信点から放射された電波が1つの反射点で反射して受信点に到達するまでの伝搬遅延時間を最大遅延時間以内に限定するための境界領域は、送信点及び受信点を2つの焦点とし、（光速／最大遅延時間）の長さを動径とする回転楕円体として表すことができる。

【0038】同様に、送信点から放射された電波が1つの反射点で反射して受信点に到達するまでの伝搬遅延時間を最小遅延時間以内に限定するための境界領域は、送信点及び受信点を2つの焦点とし、（光速／最小遅延時間）の長さを動径とする回転楕円体として表すことができる。つまり、これら2つの回転楕円体で挟まれた領域のデータだけがあれば、伝送品質に影響を及ぼす電波の反射点を特定できる。

【0039】図3の例では、最大遅延時間に相当する外側の回転楕円体と、最小遅延時間に相当する内側の回転楕円体との間のハッチングを施されたデータだけが反射面データ抽出処理部40によって抽出される。図3において、最大遅延時間に相当する動径は「 $a_1 + a_2$ 」（ $= b_1 + b_2$ ）であり、最小遅延時間に相当する動径は「 $c_1 + c_2$ 」（ $= d_1 + d_2$ ）である。

【0040】このように、送信点と受信点との間の伝搬遅延時間に基づいてデータを抽出するので、一部分のデータだけを用いて計算を行っても伝送品質に大きな影響を及ぼす受信電界強度を正確に求めることができる。しかも、計算対象となるデータ量を大幅に削減できるので、計算の所要時間を短縮できる。レイトレース部50においては、レイトレーシング及びイメージ法の技術を用いて、図4に示すように送信点から出て1点で反射し受信点に到達する各経路の電波の軌跡を経路毎に求める。

【0041】また、反射点を求める場合には反射面データ抽出処理部40によって抽出されたデータの各面上を反射点の存在位置の候補とする。但し、候補反射点と送信点とを結ぶ線分及び候補反射点と受信点とを結ぶ線分の少なくとも一方が、その候補反射点の存在する面を除く他の面と交差する場合には、その経路の電波が障害物によって遮蔽され受信点に到達しないと考えられる（図4参照）ので、その経路の反射波データについては以後の計算対象から除外する。

【0042】受信電界強度計算部60では、レイトレース部50で求められた各反射点のデータによって特定される各経路のレイについて、図5に示すようなパラメータを用いて受信電界強度を算出する。すなわち、1つのレイに関する受信電界強度は、送信出力 P_t 、送信点から見た反射点方向の送信アンテナ指向性利得 G_t 、受信点から見た反射点方向の受信アンテナ指向性利得 G_r の和から、送信点から反射点までの空間伝搬損失 L_{st} 、反射損失 L_r 、反射点から受信点までの空間伝搬損失 L

s_r を減じることにより求められる。但し、反射せずに送信点から受信点に直接到達する電波については、反射損失 L_r は計算しない。

【0043】受信電界強度計算部60は、このようにして計算された各レイに対する受信電界強度を全て加算することにより、受信点における全体の受信電界強度を求める。また、加算の際には伝搬距離の違いによる位相の回転と反射によって生じる位相の回転を考慮して位相合成する。図1に示す受信電界強度推定計算装置におけるデータ処理手順は図2に示すとおりである。図2の各ステップについて以下に説明する。

【0044】ステップS11では、計算条件のパラメータ、すなわち送信点の位置、受信点の位置、周波数、送信出力、送信アンテナ指向性利得、受信アンテナ指向性利得、最小遅延時間及び最大遅延時間を入力する。最小遅延時間及び最大遅延時間については直接波は除外する。つまり、送信点から受信点に直接到達する電波の伝搬遅延時間よりも最小遅延時間及び最大遅延時間は大きい値に定める。

【0045】ステップS12では、データベース部30から計算に必要な領域の建物データ31及び地面データ32を切り出す。すなわち、データベース部30には広い範囲の地域に渡る膨大なデータが蓄積されているので、受信電界強度に影響を及ぼすと考えられる特定地域（送信点及び受信点の位置が含まれる地域）のデータだけを切り出す。

【0046】但し、実際の反射点の計算に利用されるデータはステップS12で切り出されたデータよりも更に限定される。ステップS13においては、ステップS11で入力された最大遅延時間、最小遅延時間、送信点の位置及び受信点の位置に基づいて、図3にハッチングを施して示されたようなデータの抽出範囲を計算する。

【0047】すなわち、送信点及び受信点を2つの焦点とし（光速／最大遅延時間）の長さを動径とする外側の回転楕円体と、送信点及び受信点を2つの焦点とし（光速／最小遅延時間）の長さを動径とする内側の回転楕円体とをそれぞれ求める。ステップS12で切り出したデータのうち未処理のデータが残っている場合には、ステップS14からS15に進み1つのデータを読み込む。

【0048】ステップS16では、ステップS15で読み込んだ1つのデータについてデータ抽出条件を満たすか否かを識別する。すなわち、データの位置がステップS13で求めた2つの回転楕円体に挟まれた空間に存在するか否かを調べる。読み込んだデータがデータ抽出条件を満たさない場合には、そのデータを無視してステップS16からS14に戻る。読み込んだデータがデータ抽出条件を満たす場合にはステップS17に進む。

【0049】ステップS17では、送信点の位置、受信点の位置及びステップS15で読み込んだデータについてイメージ法を適用し、該当するデータ上の領域、すな

わち建物壁面、建物屋上又は地面において反射点の候補を計算する。

【0050】ステップS15で読み込んだデータ上の領域に反射点の候補が存在する場合には、ステップS17からS18を通してステップS19に進む。反射点の候補が存在しない場合にはステップS14に戻る。ステップS19では、ステップS17で求められた候補反射点と送信点及び受信点との間の見通しの有無を計算により調べる。見通しが無い場合にはその電波は途中で遮断され受信点の電界強度に影響を及ぼさないのので以後の計算対象から除外し、ステップS14に戻る。

【0051】候補反射点と送信点及び受信点との間の見通しがある場合には、ステップS19からS20に進む。ステップS20では、ステップS11で入力された各パラメータや、ステップS17で求められた反射点の位置及びその点における反射損失などを用いて受信点の受信電力を計算する。

【0052】このような処理をステップS12で切り出された全てのデータについて実施する。全てのデータに対する処理が終了すると、ステップS14を通してこの処理を終了する。なお、ステップS20で求められた各反射波に対する受信電力は、この処理の後で全て加算されてから出力される。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、反射点の計算対象となるデータを予め削減することができるので、計算の処理量を減らし、レイトレーシングの計算時間を短縮することができる。しかも、現実の伝送品質が正しく反映され

た受信電界強度を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】受信電界強度推定計算装置の構成を示すブロック図である。

【図2】受信電界強度推定計算の処理手順を示すフローチャートである。

【図3】データ抽出に関する領域の具体例を示す平面図である。

【図4】電波伝搬状況の具体例を示す斜視図である。

【図5】受信電界強度に影響を及ぼす要素を表す平面図である。

【図6】反射面と受信点の各虚像との位置関係の具体例を表す平面図である。

【図7】電波伝搬状況の具体例を示す斜視図である。

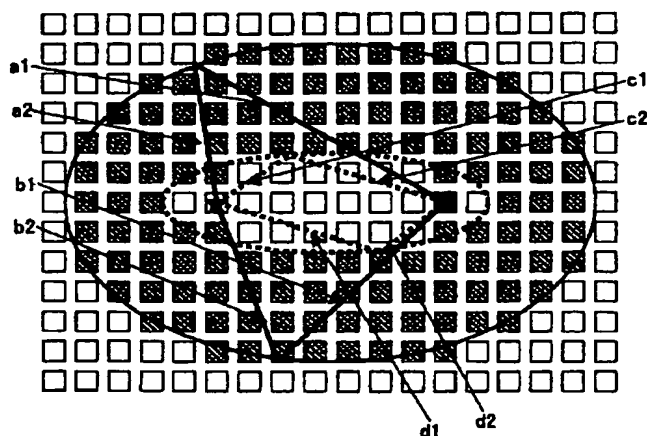
【図8】反射面と受信点の虚像との位置関係の具体例を表す平面図である。

【符号の説明】

- 10 インタフェース部
- 20 メモリ部
- 30 データベース部
- 31 建物データ
- 32 地面データ
- 35 建物壁面データ
- 36 建物屋上データ
- 40 反射面データ抽出処理部
- 50 レイトレース部
- 60 受信電界強度計算部

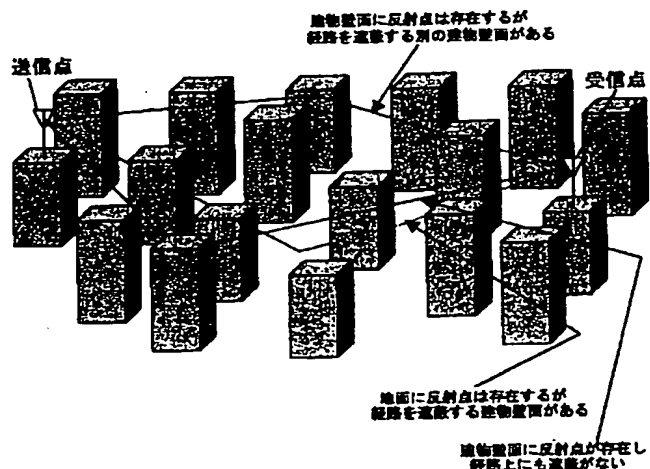
【図3】

データ抽出に関する領域の具体例



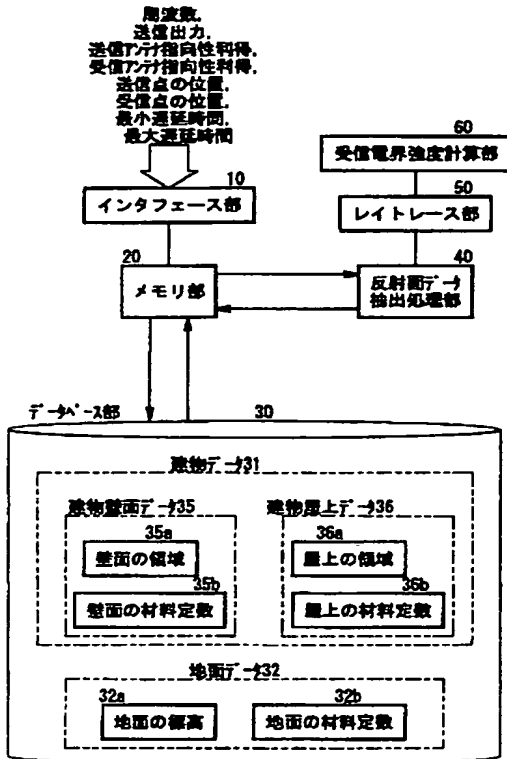
【図4】

電波伝搬状況の具体例



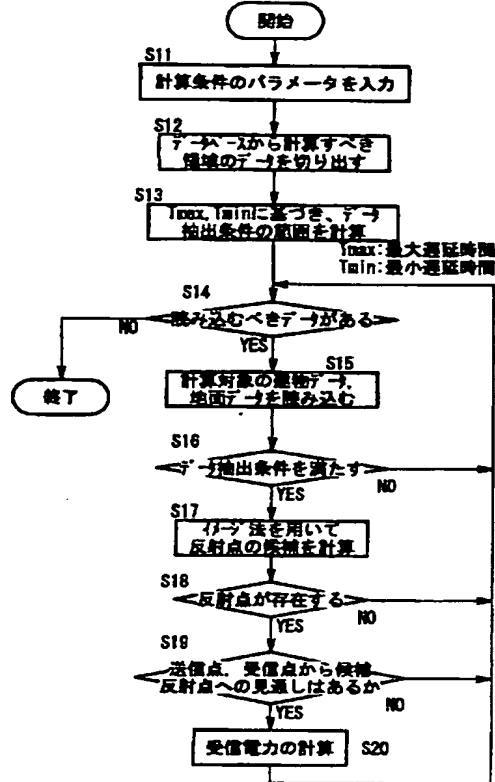
【図1】

受信電界強度推定計算装置の構成



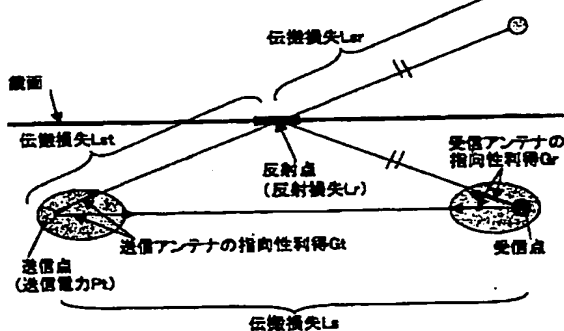
【図2】

受信電界強度推定計算の処理手順



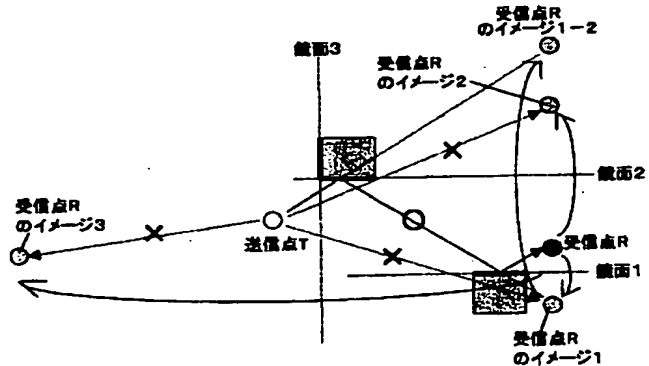
【図5】

受信電界強度に影響を及ぼす要素



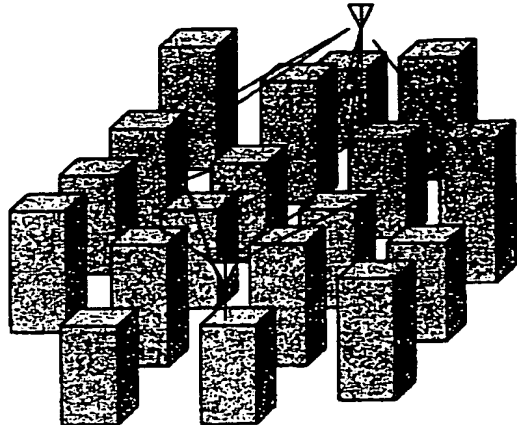
【図6】

反射面と受信点の各虚像との位置関係の具体例



【図7】

電波伝搬状況の具体例



【図8】

反射面と受信点の虚像との位置関係

